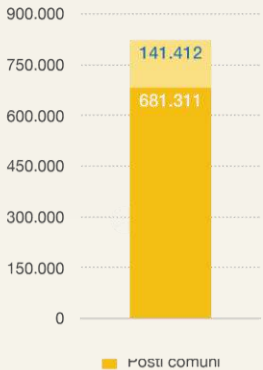
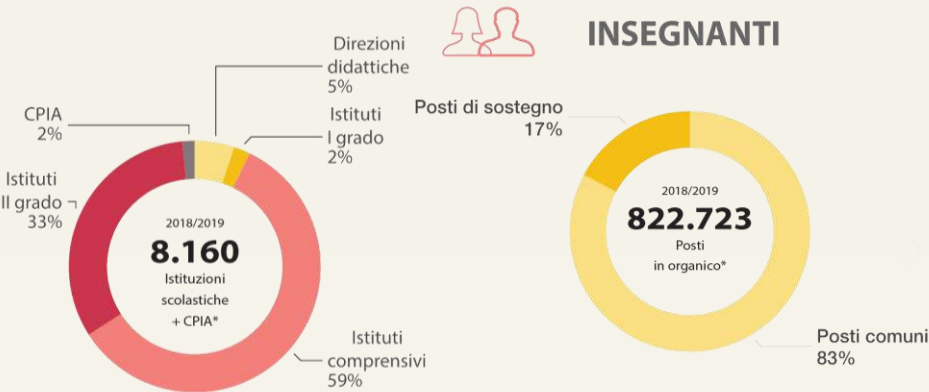
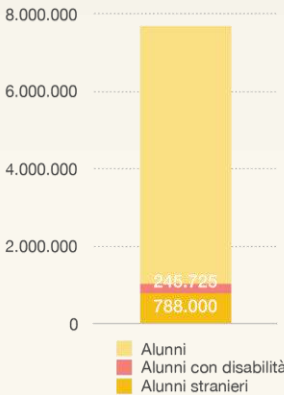
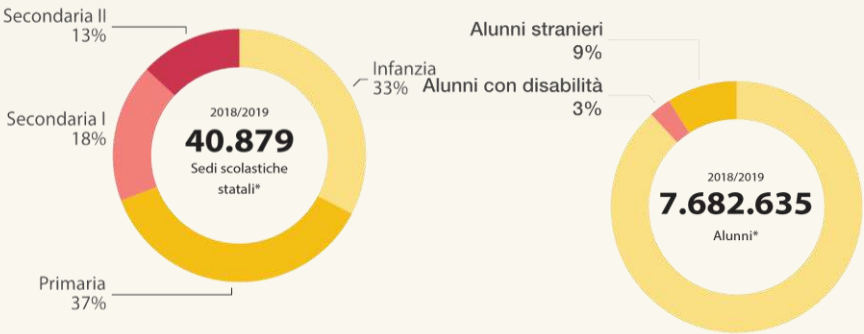
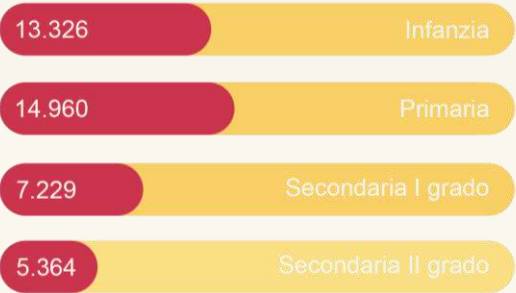
metodi e strategie di
intervento e di recupero
di edifici scolastici

il sistema scolastico in Italia

ISTITUZIONI SCOLASTICHE

SEDI SCOLASTICHE STATALI

ALUNNI

I grafici riportano i dati numerici della situazione scolastica in Italia.
In particolare si rivolge l’attenzione verso le sedi scolastiche della scuola primaria e della scuola d’infanzia.

il sistema scolastico in Italia

Tab. 4 - Alunni, classi, alunni con disabilità per regione_scuole statali A.S.2018/2019

Regione	Totale		
	Alunni	Classi	Alunni con disabilità
Piemonte	530.382	25.494	14.569
Lombardia	1.188.581	54.750	40.740
Veneto	594.915	28.165	16.962
Friuli Venezia Giulia	144.004	7.424	3.646
Liguria	171.791	8.102	6.031
Emilia Romagna	549.100	24.902	17.534
Toscana	481.118	22.351	14.652
Umbria	117.665	5.751	3.992
Marche	210.045	10.049	6.906
Lazio	732.994	34.517	24.432
Abruzzo	173.061	8.605	6.685
Molise	38.079	2.052	1.078
Campania	879.561	44.301	27.581
Puglia	584.982	27.725	17.866
Basilicata	78.054	4.168	1.861
Calabria	275.748	14.797	7.778
Sicilia	729.810	36.219	26.299
Sardegna	202.745	11.239	7.111
Italia	**7.682.635**	**370.611**	**245.723**

Tab. 10 - Posti comuni e di sostegno per regione_Scuola statale _ A.S. 2018/2019

Regione	Posti comuni	Posti di sostegno	*Totale posti*
Piemonte	47.845	11.179	***59.024***
Lombardia	102.167	17.614	***119.781***
Veneto	52.056	8.815	***60.871***
Friuli Venezia Giulia	14.001	1.610	***15.611***
Liguria	15.373	2.664	***18.037***
Emilia Romagna	46.774	8.969	***55.743***
Toscana	42.369	9.437	***51.806***
Umbria	10.831	2.470	***13.301***
Marche	18.553	4.173	***22.726***
Lazio	62.717	15.150	***77.867***
Abruzzo	15.821	4.471	***20.292***
Molise	4.027	765	***4.792***
Campania	78.467	15.117	***93.584***
Puglia	49.578	10.455	***60.033***
Basilicata	8.375	1.346	***9.721***
Calabria	27.847	4.443	***32.290***
Sicilia	64.034	17.335	***81.369***
Sardegna	20.476	5.399	***25.875***
Italia	**681.311**	**141.412**	***822.723***

Le tabelle riportano l’entità delle persone coinvolte nel sistema scolastico e si prendono in esame le regione del centro Italia.

la situazione nel centro Italia | post 2016

Scuola D. Alighieri | Macerata (MC)

Scuola B. Tucci | Acquasanta T. (AP)

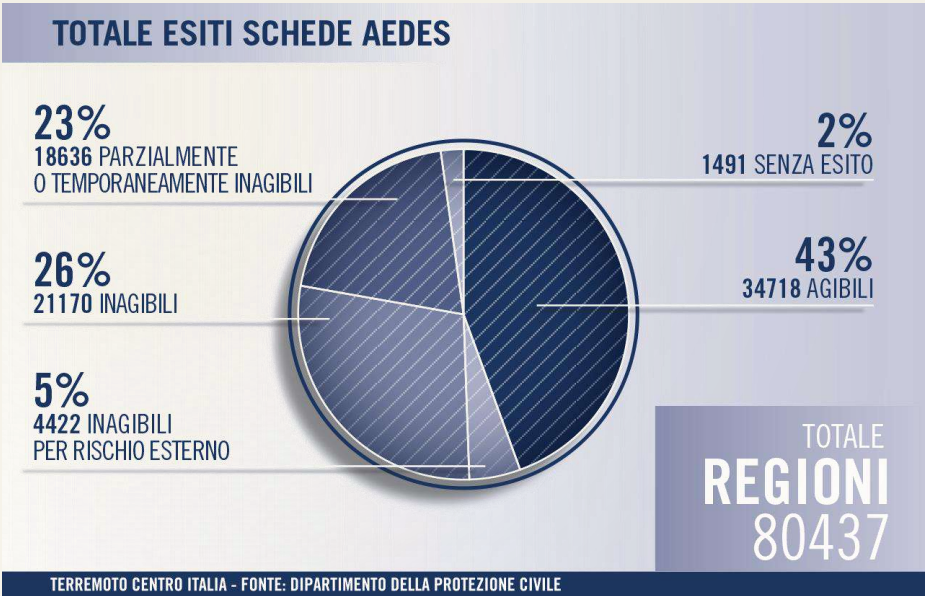
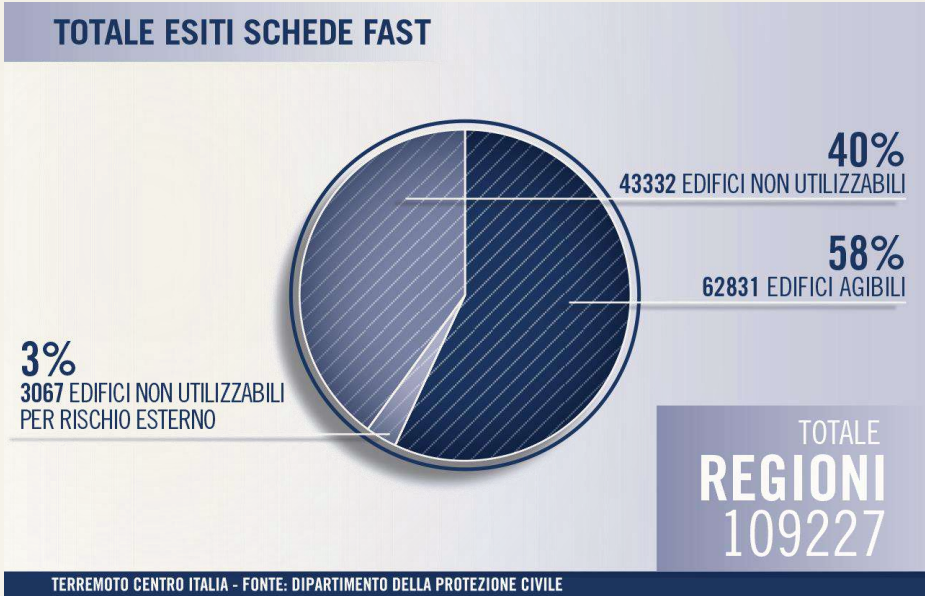
Scuola R. Capranica | Amatrice (RI)

Scuola U. Betti | Camerino (MC)

Scuola A. De Gasperi | Norcia (PG)

In Italia, dopo il sisma del 2016, molti edifici, tra cui plessi scolastici, hanno subito danni strutturali.
Quindi si è presentata la necessità di classificare l'entità del danno per procedere all'intervento più consono.

Quali sono i metodi di intervento da attuare in concomitanza di eventi sismici?

statistiche esiti FAST e AeDES | PC dati aggiornati 03.04.18

	AGIBILE		NON UTILIZZABILE		NON UTILIZZABILE PER SOLO RISCHIO ESTERNO		TOTALE CON ESITO	Esito NON attribuito		TOT. EDIFICI
	N.	%	N.	%	N.	%	N.	N.	%	N.
ABRUZZO	14.029	62,4%	7.662	34,1%	775	3,4%	22.466	6.367	22%	28.833
LAZIO	3.939	71,3%	1.430	25,9%	157	2,8%	5.526	2.057	27%	7.583
MARCHE	31.469	50,9%	28.767	46,5%	1.577	2,6%	61.813	13.747	18%	75.560
UMBRIA	13.394	69,0%	5.473	28,0%	558	3,0%	19.422	7.223	27%	26.648
TOTALE	62.831	58%	43.332	40%	3.067	3%	109.227	29.394	21%	138.624

	Schede Aedes + GL_Aedes					TOTALE Schede
Regione	A	AF	E + EF	(B+BF+C+CF+D+DF)	Senza Esito	
ABRUZZO	7707	562	2318	3268	261	14116
LAZIO	5614	1304	5934	2701	447	16000
MARCHE	12524	1565	9148	8496	446	32179
UMBRIA	8873	991	3770	4171	337	18142
Totale	34718	4422	21170	18636	1491	80437
%	43%	5%	26%	23%	2%	

Sono riportati i dati statistici delle verifiche di agibilità effettuate mediante le schede FAST (Fabbricati per l'Agibilità Sismica post-Terremoto) e AeDES (Agibilità e Danno nell'Emergenza Sismica) relative al sisma del 2016.

Dati aggiornati al 03.04.2018 | Protezione Civile

statistiche plessi scolastici

Aug 24 - No. 872 buildings

Region	ABRUZZO	LAZIO	MARCHE	UMBRIA
Total	213	139	473	48
E	13	5	22	4
B/C	32	26	97	11
A	167	108	354	33

% of structures related to each region — Region

(a)

No. 1,514 buildings

Region	ABRUZZO	LAZIO	MARCHE	UMBRIA
Total	347	222	667	278
E	25	14	65	12
B/C	84	58	172	103
A	238	150	430	163

% of structures related to each region — Region

(b)

Aug 24 - No. 872 buildings

E 44 5%
B/C 166 19%
A 662 76%

A B/C E

(c)

No. 1,514 buildings

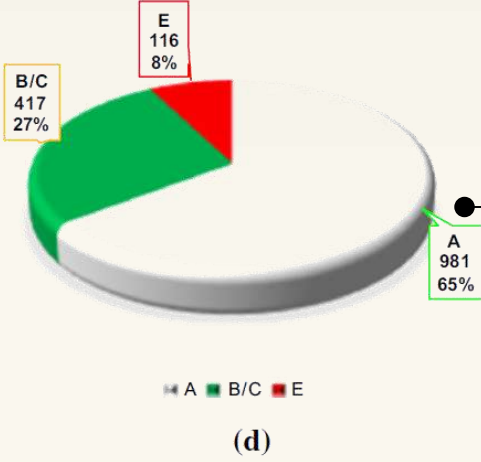
E 116 8%
B/C 417 27%
A 981 65%

A B/C E

(d)

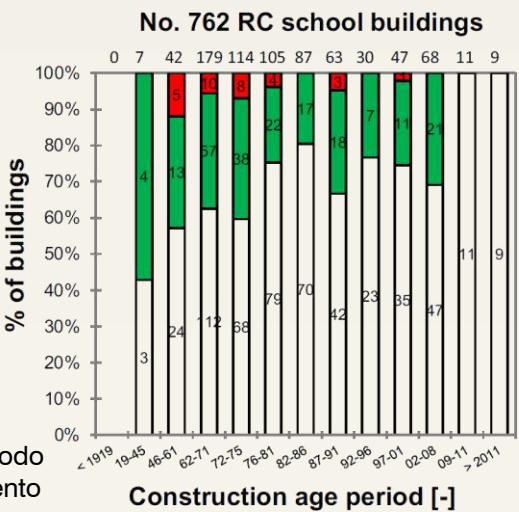
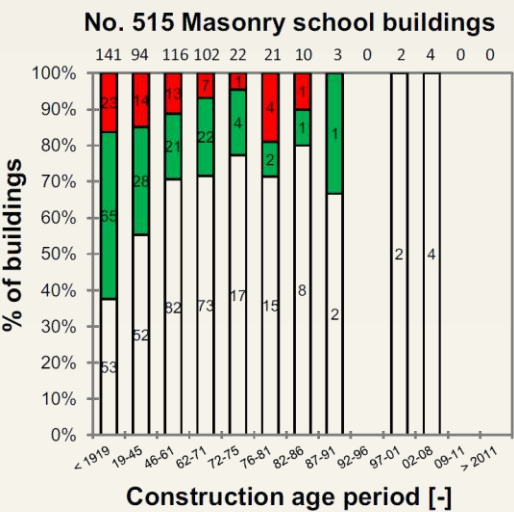
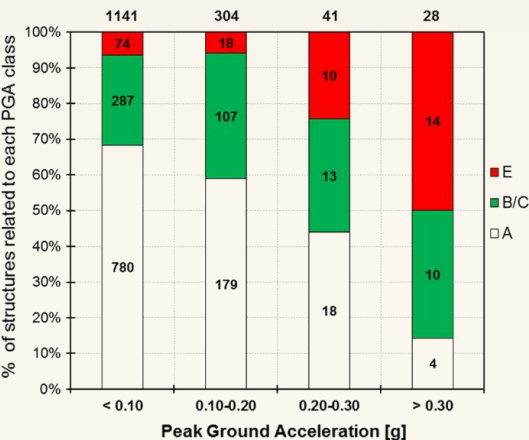
447 analizzati più volte

post 24.08.16

a. numero di edifici scolastici ispezionati in ogni regione
c. percentuale di strutture classificate A, B/C, E

post intero sciame sismico

b. numero di edifici scolastici ispezionati in ogni regione
d. percentuale di strutture classificate A, B/C, E

Subito dopo il sisma del 24.08.2016 sono stati ispezionati 872 edifici scolastici da parte delle istituzioni nelle quattro regioni interessate ovvero Abruzzo, Lazio, Marche ed Umbria. Questo numero è aumentato drasticamente dopo l’intero sciame sismico.

statistiche plessi scolastici

a. Distribuzione delle stime di utilizzabilità in funzione del periodo di costruzione di edifici in cemento armato

b. Distribuzione delle stime di utilizzabilità in funzione del periodo di costruzione di edifici in muratura

a. Distribuzione delle stime di utilizzabilità in funzione dell'accelerazione al suolo

I grafici riportano le stime di utlizzabilità sia in relazione alla tipologia costruttiva che all'accelerazione al suolo.
Sono riportati i grafici relativi alle strutture in cemento armato (785, 52%) e in muratura (525, 35%). Il restante 13% si riferisce ad edifici in acciaio o misti.

Remarks on damage and response of school buildings after the Central Italy earthquake sequence

ReLUIS | riepilogo esiti E

L'attività, iniziata il 06 Dicembre 2016, ha interessato tutti i plessi scolastici con esito E a seguito del sopralluogo effettuato mediante scheda AedES, per un totale di
83 corpi di fabbrica/68 plessi scolastici.

MARCHE	ABRUZZO	UMBRIA	LAZIO
49 corpi di fabbrica	15 corpi di fabbrica	12 corpi di fabbrica	7 corpi di fabbrica

ReLUIS + Dipartimento di Protezione Civile + Commissario Delegato per la Ricostruzione

→ informativa tecnica per stabilire la **riparabilità o meno dei plessi scolastici classificati E** a seguito degli eventi sismici del 24 Agosto, 26 e 30 Ottobre.

vulnerabilità e stato di danno

- Sopralluogo
- Archiviazione materiale
- Valutazione di : Livello di danno (4 livelli)
  Vulnerabilità sismica della struttura (bassa, significativa, alta)

	Stato di danno 1	Stato di danno 2	Stato di danno 3	Stato di danno 4
Vulnerabilità Bassa	**L0**	**L1**	**L2**	**L4**
Vulnerabilità Significativa	**L0**	**L1**	**L3**	**L4**
Vulnerabilità Alta	**L0**	**L2**	**L3**	**L4**

Conformemente a quanto riportato nella **ordinanza n.19** del Commissario per la Ricostruzione emessa dalla Regione Marche il 7.04.2017, ogni edificio viene caratterizzato da due elementi : la vulnerabilità e lo stato di danno.
Questi sono essenzi per stabilire il livello operativo e i costi per l'intervento.

livelli operativi e contributi

	Costi parametrici riferiti ai livelli operativi della Tabella 5				
Costo parametrico	**Livello operativo L0**	**Livello operativo L1**	**Livello operativo L2**	**Livello operativo L3**	**Livello operativo L4**
Fino a 130 mq.	**400**	**850**	**1100**	**1250**	**1450**
Da 130 a 220 mq.	**330**	**750**	**900**	**1100**	**1250**
Oltre i 220 mq.	**300**	**650**	**800**	**950**	**1100**

Il livello operativo è il parametro discriminante tra un intervento di miglioramento piuttosto che di ricostruzione. Inoltre serve a stabilire il costo parametrico convenzionale dell'intervento. Scaturisce dalla combinazione dello Stato di Danno e del Grado di Vulnerabilità. ***Per edifici con struttura in muratura, i costi parametrici relativi ai Livelli operativi L1 e L2 e L3 sono maggiorati del 20%.**
****incremento costo in particolari condizioni**

percorso metodologico

FASI

IDENTIFICAZIONE DEL BENE → LIVELLI DI PROTEZIONE → VALUTAZIONE VULNERABILITA' → VERIFICA SICUREZZA → DEFINIZIONE INTERVENTI

LC1

MODULO **A** ANAGRAFICO IDENTIFICATIVO

MODULO **B** FATTORI DI SENSIBILITA'

MODULO **C** MORFOLOGIA DEI COMPONENTI

MODULO **D** VALUTAZIONE DEL DANNO

LV1 ANALISI QUALITATIVA E VALUTAZIONE CON MODELLI MECCANICI SEMPLIFICATI

AZIONI PIANIFICAZIONE TUTELA GESTIONE

LIVELLO DI CONOSCENZA SPEDITIVO

LC2

LC3

CARTE TEMATICHE TERRITORIALI

MODULO **E** RILIEVO GEOMETRICO

MODULO **F** INTERVENTI PREGRESSI

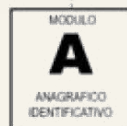
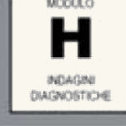
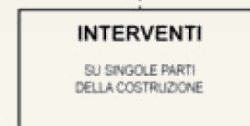
MODULO **G** INDAGINI STORICHE

MODULO **H** INDAGINI DIAGNOSTICHE

LV2 VALUTAZIONE SU SINGOLI MACROELEMENTI

LV3 VALUTAZIONE COMPLESSIVA DELLA RISPOSTA SISMICA

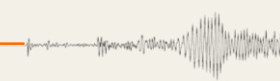
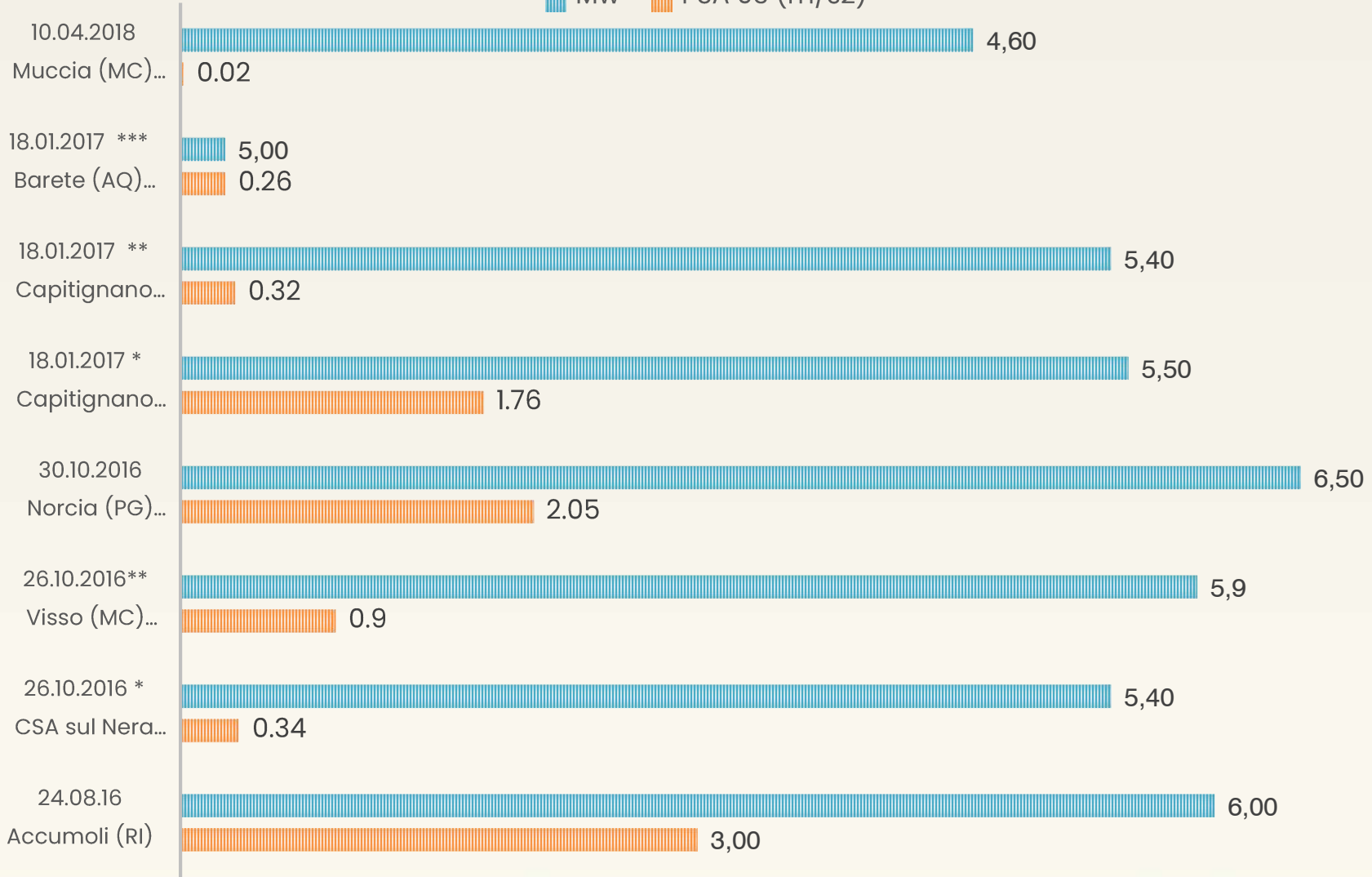
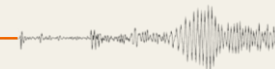
INTERVENTI SU SINGOLE PARTI DELLA COSTRUZIONE

INTERVENTI SULL'INTERA COSTRUZIONE

LIVELLO DI CONOSCENZA ANALITICO

L'approccio conoscitivo rappresenta un percorso metodologico "inverso" rispetto agli edifici di nuova costruzione: dall'analisi della realtà materica della costruzione, attraverso successivi livelli di approfondimento, al riconoscimento del funzionamento strutturale accertato per la verifica della sicurezza sismica ai fini della definizione degli interventi.

Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale

SCUOLA B.TUCCI ACQUASANTA TERME

Adeguamento sismico e funzionale del plesso scolastico B. Tucci.

sismi dal 2016

Nel grafico sono riportati gli eventi sismici al 2016 in riferimento alla PSA03 (m/s²), ovvero la risposta spettrale per il periodo 0,3 secondi, della stazione di Acquasanta Terme e alla Magnitudo.
I dati sono stati ricavati dalla Rete Accelerometrica Nazionale per ciascun evento sismico.

identificazione del bene | geolocalizzazione

L’edificio si compone di due elementi:

-corpo A (1921-1945) con una struttura portante in muratura listata con pietra a spacco di travertino e passo verticale tra due ricorsi di listature circa 1 m, fondazione diretta cls non armato

-corpo B (1977) con una struttura in blocco 21 fori con tramezzi in cartongesso, travi c.a.

Il plesso scolastico “Berardo Tucci” è ubicato ad Acquasanta Terme (AP) in via Paolo Buonamici (catastale F.59 P.lla 145) vicino al centro storico.

classificazione del danno | AeDES

SCHEDA DI 1° LIVELLO DI RILEVAMENTO DANNO, PRONTO INTERVENTO E AGIBILITÀ PER EDIFICI ORDINARI NELL'EMERGENZA POST-SISMICA

(AeDES 07/2013)

SEZIONE 1 - IDENTIFICAZIONE EDIFICIO

SEZIONE 2 - DESCRIZIONE EDIFICIO

SEZIONE 3 - TIPOLOGIA

SEZIONE 4 - DANNI AD ELEMENTI STRUTTURALI e provvedimenti di pronto intervento (P.I.) eseguiti

SEZIONE 5 - DANNI AD ELEMENTI NON STRUTTURALI e provvedimenti di pronto intervento (P.I.) eseguiti

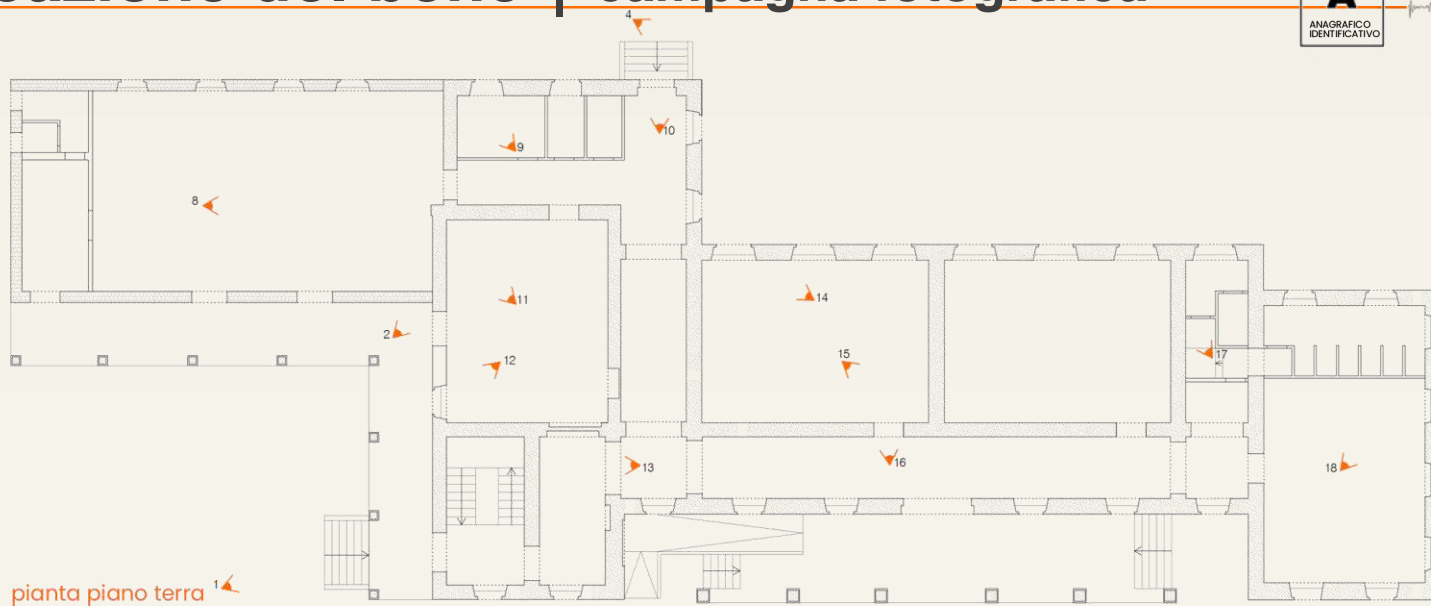
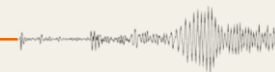
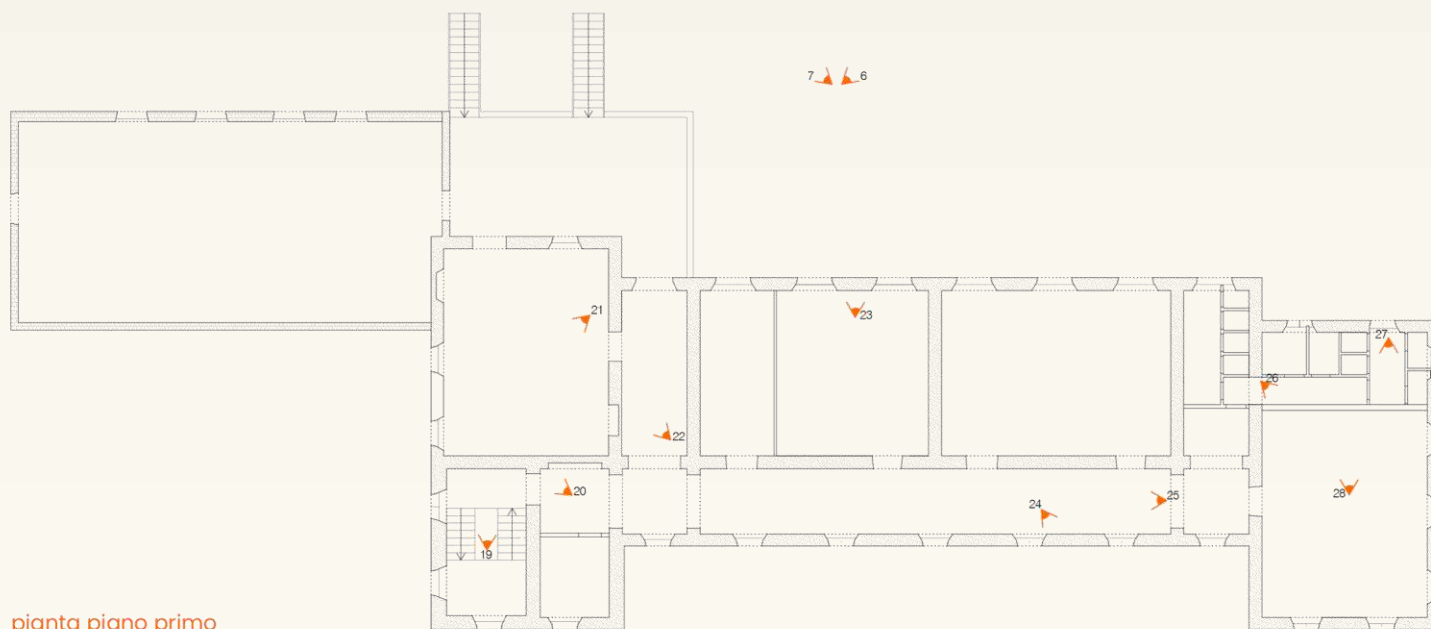
SEZIONE 6 - Pericolo ESTERNO indotto da altre costruzioni, reti, versanti e provvedimenti di pronto intervento (P.I.) eseguiti

SEZIONE 7 - TERRENO E FONDAZIONI

SEZIONE 8 - Giudizio di agibilità

SEZIONE 9 - Altre osservazioni

Per affrontare in maniera sistematica la classificazione del danno subito a seguito dell'evento sismico, è necessario fare riferimento alla scheda AeDES (Agibilità e Danno nell'Emergenza Sismica).

identificazione del bene | campagna fotografica

pianta piano terra

pianta piano primo

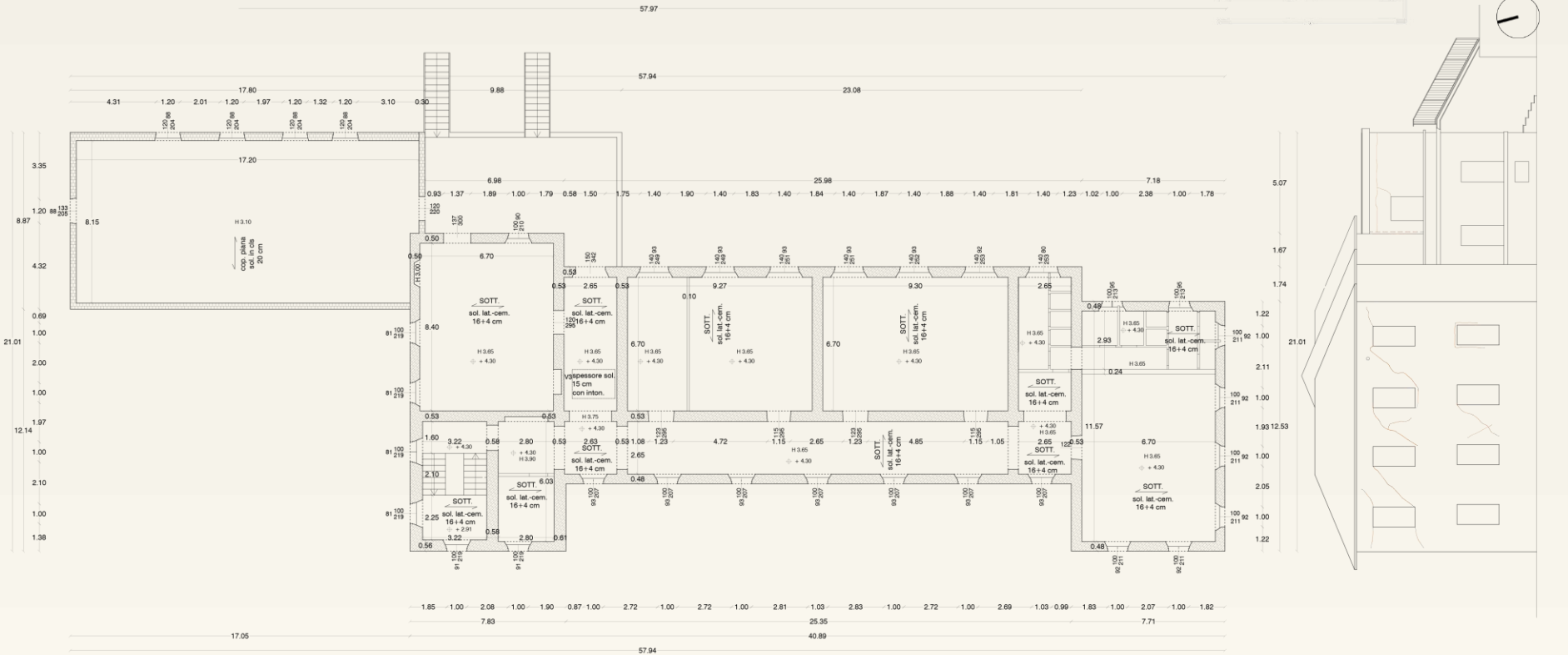
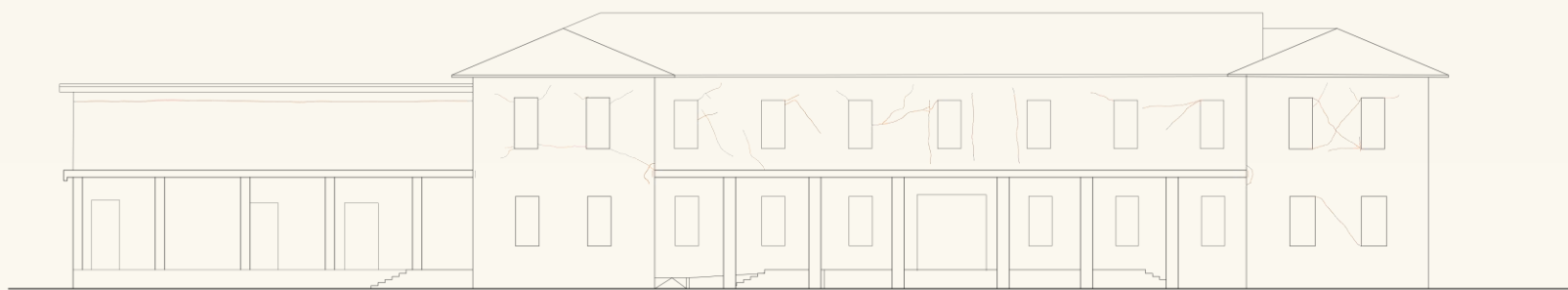
identificazione del bene | campagna fotografica

COMENIUS

La carta geologica è la rappresentazione su una base topografica dei differenti corpi rocciosi che affiorano sulla superficie terrestre, della loro disposizione spaziale e dei rapporti che esistono tra i vari tipi di rocce.

valutazione vulnerabilità | quadro fessurativo

pianta piano TERRA

valutazione vulnerabilità | quadro fessurativo
VALUTAZIONE VULNERABILITA'
modulo C
MORFOLOGIA DEI COMPONENTI
modulo D
VALUTAZIONE DEL DANNO
pianta piano PRIMO

(LG BC 2.5)

$$f_{a,SLV} = \frac{a_{SLV}}{a_{g,SLV}}$$

a_{SLV} MIBACT | valutazione azione sismica | Analisi LV1

$a_{g,SLV}$ Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici | Spettri NTC

Il **fattore di accelerazione $fa_{,SLV}$** è definito dal rapporto tra l'accelerazione al suolo a_{SLV} che porta al raggiungimento dello stato limite SLV e l'accelerazione di riferimento $ag_{,SLV}$ entrambi riferiti alla categoria di sottosuolo A.
$fa_{,SLV}$ è la **percentuale di accelerazione che la struttura è in grado di sopportare**.

Lo spettro di risposta elastico Se(T) è un diagramma che fornisce, per diversi periodi T di oscillazione, il **massimo valore di risposta della struttura** (pseudoaccelerazione), per un fissato valore del rapporto di smorzamento.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,252 g
F_o	2,461
T_C^*	0,348 s
S_S	1,000
C_C	1,000
S_T	1,000
q	3,000

Parametri dipendenti

S	1,000
η	0,333
T_B	0,116 s
T_C	0,348 s
T_D	2,608 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,252
T_B	0,116	0,207
T_C	0,348	0,207
	0,456	0,158
	0,563	0,128
	0,671	0,107
	0,779	0,092
	0,886	0,081
	0,994	0,072
	1,101	0,065
	1,209	0,060
	1,317	0,055
	1,424	0,051
	1,532	0,050
	1,639	0,050
	1,747	0,050
	1,855	0,050
	1,962	0,050
	2,070	0,050
	2,177	0,050
	2,285	0,050
	2,393	0,050
	2,500	0,050
T_D	2,608	0,050
	2,674	0,050
	2,740	0,050
	2,807	0,050
	2,873	0,050
	2,939	0,050
	3,006	0,050
	3,072	0,050
	3,138	0,050
	3,204	0,050
	3,271	0,050
	3,337	0,050
	3,403	0,050
	3,470	0,050
	3,536	0,050
	3,602	0,050
	3,669	0,050
	3,735	0,050
	3,801	0,050
	3,867	0,050
	3,934	0,050
	4,000	0,050

L'azione sismica di progetto per il sito di Acquasanta Terme è stata calcolata mediante il documento Excel "SPETTRI-NTC" (scaricato dal sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici) che fornisce gli spettri di risposta rappresentativi della stessa.

palazzi, ville ed altre strutture con pareti di spina ed orizzontamenti intermedi

$$S_{e,SLV}(T_1) = \frac{qF_{SLV}}{e^* M}$$

Ordinata spettrale che porta al raggiungimento SLV

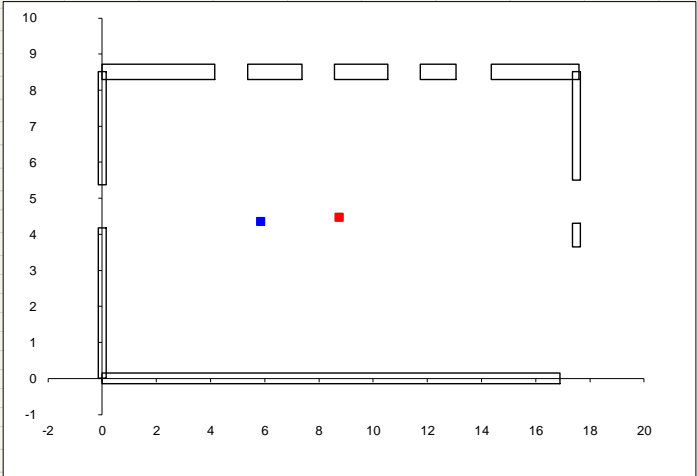
L'analisi LV1 è *necessaria per le valutazioni della sicurezza sismica da effettuarsi a scala territoriale su tutti i beni culturali tutelati*. Questo livello di conoscenza permette di **valutare l'accelerazione di collasso,** attraverso un metodo semplificato. Infatti non vengono considerati tutti i parametri, ma ci si limita ad un numero definito di carattere geometrico e meccanico.

verifica sicurezza | LV1 corpo B P1

(LG BC 5.2)

$$S_{e,SLV}(T_1) = \frac{qF_{SLV}}{e^* M}$$

Ordinata spettrale che porta al raggiungimento SLV

ξ_{xi}	0,8	ξ_{yi}	0,8
ζ_x	0,8	ζ_y	0,8
κ_i	1	κ_i	1
N_{mxi}	6,00	N_{mxi}	4,00
β_{xi}	1,050595	β_{yi}	1,25
$\Sigma_j A_{xi,j}$	10,41	$\Sigma_j A_{yi,j}$	3,29
$(\Sigma_j A_{xi,j})^2$	108,33	$(\Sigma_j A_{yi,j})^2$	10,83
$\Sigma_j A_{xi,j}^2$	32,33	$\Sigma_j A_{yi,j}^2$	3,31
μ_{xi}	0,822194	μ_{yi}	0,906
$\Sigma_j S_{y,j}$	19,22		
$\Sigma_j S_{x,j}$	45,43		
XR [m]	5,838651	Centro delle rigidezze come baricentro delle murature	
YR [m]	4,364643		
XG [m]	8,74	Centro delle masse	
YG [m]	4,48		
ex [m]	2,901349		
ey [m]	0,115357		
dx [m]	7,52		
dy [m]	4,56		
$\Sigma_j A_{xi,j}\tau_{di,j}$	4042,01	**$F_{SLU,xi}$ [kN]**	**2024,491**
$\Sigma_j A_{yi,j}\tau_{di,j}$	1134,07	**$F_{SLU,yi}$ [kN]**	**526,0625**

F=526 KN

Muro	x_0	y_0	Sp.	Lung.	α	τ_{0d}	σ_{0i}	Muro x	Muro y	$A_{i,j}$	$A_{xi,j}$	$A_{xi,j}^2$	$A_{yi,j}$	$A_{yi,j}^2$	$\tau_{di,j}$	$A_{xi,j}\tau_{di,j}$	$A_{yi,j}\tau_{di,j}$	$S_{y,j}$	$S_{x,j}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[N/mm²]	[N/mm²]	[-]	[-]	[m²]	[m²]	[m⁴]	[m²]	[m⁴]	[N/mm²]	[kN]	[kN]	[m³]	[m³]
1	0,00	2,09	0,30	4,17	90,00	0,22	0,03	0,00	1,00	1,25	0,00	0,00	1,25	1,57	0,343926	2,64E-14	430,2511	0	1,6E-16
2	0,00	6,94	0,30	3,14	90,00	0,22	0,03	0,00	1,00	0,94	0,00	0,00	0,94	0,89	0,344096	1,99E-14	324,138	0	4E-16
3	2,08	8,51	0,42	4,16	0,00	0,22	0,10	1,00	0,00	1,75	1,75	3,05	0,00	0,00	0,376196	657,2888	0	0	14,86867
4	6,37	8,51	0,42	2,01	0,00	0,22	0,13	1,00	0,00	0,84	0,84	0,71	0,00	0,00	0,389636	328,9311	0	0	7,184142
5	9,55	8,51	0,42	1,97	0,00	0,22	0,13	1,00	0,00	0,83	0,83	0,68	0,00	0,00	0,389916	322,6162	0	0	7,041174
6	12,40	8,51	0,42	1,32	0,00	0,22	0,15	1,00	0,00	0,55	0,55	0,31	0,00	0,00	0,398648	221,0102	0	0	4,717944
7	15,98	8,51	0,42	3,25	0,00	0,22	0,10	1,00	0,00	1,37	1,37	1,86	0,00	0,00	0,377343	515,0729	0	0	11,61615
8	17,50	7,01	0,30	3,01	90,00	0,22	0,03	0,00	1,00	0,90	0,00	0,00	0,90	0,82	0,345746	1,91E-14	312,2088	15,8025	3,88E-16
9	17,50	3,98	0,30	0,65	90,00	0,22	0,03	0,00	1,00	0,20	0,00	0,00	0,20	0,04	0,346003	4,13E-15	67,47068	3,4125	4,75E-17
10	8,45	0,00	0,30	16,90	0,00	0,22	0,14	1,00	0,00	5,07	5,07	25,70	0,00	0,00	0,393903	1997,088	0	0	0

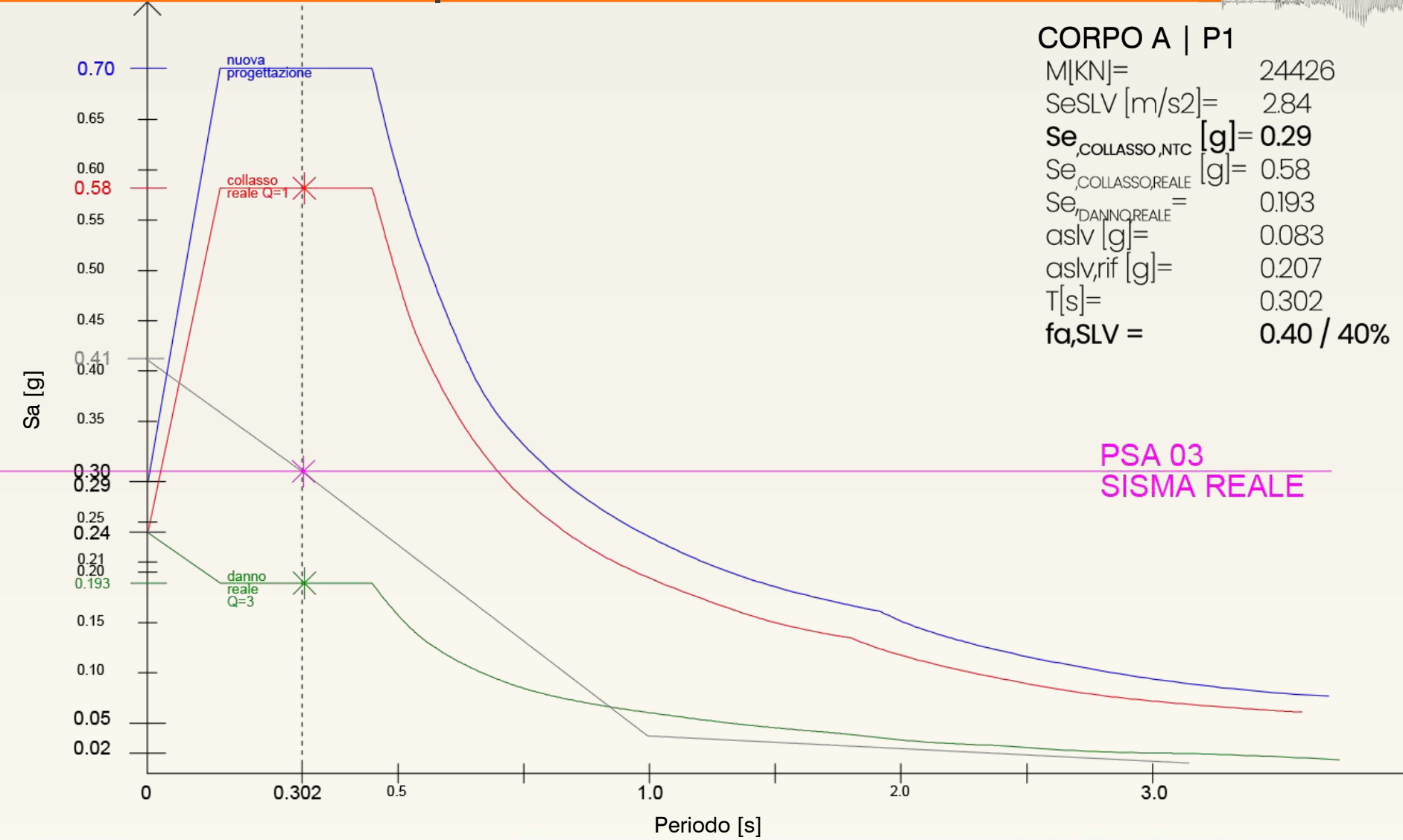
Si **stima** il **taglio alla base** che provoca lo SLV partendo dalla geometria dei maschi murari e dalle loro caratteristiche meccaniche e geometriche. *La resistenza a taglio dell'edificio viene ottenuta come la minore tra quelle valutate secondo due direzioni perpendicolari, scelte in genere secondo gli assi prevalenti dei muri portanti.* (LG BC)

verifica sicurezza | taglio alla base corpo A P1

MiBAC MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITÀ CULTURALI

ξ_{xi}	1	ξ_{yi}	1
ζ_x	0,8	ζ_y	0,8
κ_i	1	κ_i	1
N_{mxi}	35,00	N_{mxi}	20,00
β_{xi}	1,25	β_{yi}	1,188242
$\Sigma_j A_{xi,j}$	39,39	$\Sigma_j A_{yi,j}$	36,28
$(\Sigma_j A_{xi,j})^2$	1551,84	$(\Sigma_j A_{yi,j})^2$	1315,98
$\Sigma_j A_{xi,j}^2$	60,25	$\Sigma_j A_{yi,j}^2$	86,44
μ_{xi}	0,880181	μ_{yi}	0,887989
$\Sigma_j S_{y,j}$	631,27		
$\Sigma_j S_{x,j}$	280,16		
XR [m]	17,40171	Centro delle rigidezze come baricentro delle murature	
YR [m]	7,111753		
XG [m]	19,5825	Centro delle masse	
YG [m]	8,1208		
ex [m]	2,180788		
ey [m]	1,009047		
dx [m]	23,17		
dy [m]	6,86		
$\Sigma_j A_{xi,j}\tau_{di,j}$	4031,77	**$F_{SLU,xi}$ [kN]**	**2271,162**
$\Sigma_j A_{yi,j}\tau_{di,j}$	3851,77	**$F_{SLU,yi}$ [kN]**	**2302,783**

Muro	x_0	y_0	Sp.	Lung.	α	τ_{0d}	σ_{0i}	Muro x	Muro y	$A_{i,j}$	$A_{xi,j}$	$A_{xi,j}^2$	$A_{yi,j}$	$A_{yi,j}^2$	$\tau_{di,j}$	$A_{xi,j}\tau_{di,j}$	$A_{yi,j}\tau_{di,j}$	$S_{y,j}$	$S_{x,j}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[N/mm²]	[N/mm²]	[-]	[-]	[m²]	[m²]	[m⁴]	[m²]	[m⁴]	[N/mm²]	[kN]	[kN]	[m³]	[m³]
1	0,00	0,56	0,63	1,12	90,00	0,04	0,12	0,00	1,00	0,71	0,00	0,00	0,71	0,50	0,10761	4,65126E-15	75,92966	0	2,4205E-17
2	0,00	3,15	0,63	2,10	90,00	0,04	0,10	0,00	1,00	1,32	0,00	0,00	1,32	1,75	0,101283	8,20837E-15	133,998	0	2,5529E-16
3	0,00	6,19	0,63	1,97	90,00	0,04	0,11	0,00	1,00	1,24	0,00	0,00	1,24	1,54	0,102576	7,79852E-15	127,3074	0	4,706E-16
4	0,00	9,17	0,50	2,00	90,00	0,04	0,16	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,117483	7,19673E-15	117,4834	0	5,6173E-16
5	0,00	13,51	0,50	4,30	90,00	0,04	0,13	0,00	1,00	2,15	0,00	0,00	2,15	4,62	0,110048	1,44938E-14	236,6042	0	1,7793E-15
6	0,78	15,41	0,50	1,23	0,00	0,04	0,05	1,00	0,00	0,62	0,62	0,38	0,00	0,00	0,084349	51,87461593	0	0	9,47715
7	3,68	15,41	0,50	1,89	0,00	0,04	0,05	1,00	0,00	0,95	0,95	0,89	0,00	0,00	0,084762	80,09970037	0	0	14,56245
8	6,39	15,41	0,50	1,26	0,00	0,04	0,05	1,00	0,00	0,63	0,63	0,40	0,00	0,00	0,084771	53,40591728	0	0	9,7083
9	7,15	13,60	0,53	3,62	90,00	0,04	0,12	0,00	1,00	1,92	0,00	0,00	1,92	3,68	0,105406	1,23882E-14	202,2315	13,71799	1,5984E-15
10	7,57	13,73	0,53	0,84	0,00	0,04	0,13	1,00	0,00	0,45	0,45	0,20	0,00	0,00	0,110144	49,03599993	0	0	6,112596
11	10,37	13,73	0,53	1,75	0,00	0,04	0,17	1,00	0,00	0,93	0,93	0,86	0,00	0,00	0,120134	111,424326	0	0	12,734575
12	13,59	13,73	0,53	1,90	0,00	0,04	0,19	1,00	0,00	1,01	1,01	1,01	0,00	0,00	0,126222	127,1055383	0	0	13,82611
13	16,56	13,73	0,53	1,83	0,00	0,04	0,16	1,00	0,00	0,97	0,97	0,94	0,00	0,00	0,117984	114,4325898	0	0	13,316727
14	20,09	13,73	0,53	1,84	0,00	0,04	0,16	1,00	0,00	0,98	0,98	0,95	0,00	0,00	0,118591	115,6499397	0	0	13,389496
15	23,34	13,73	0,53	1,87	0,00	0,04	0,20	1,00	0,00	0,99	0,99	0,98	0,00	0,00	0,126604	125,477357	0	0	13,607803
16	26,62	13,73	0,53	1,88	0,00	0,04	0,16	1,00	0,00	1,00	1,00	0,99	0,00	0,00	0,117555	117,1315447	0	0	13,680572
17	29,87	13,73	0,53	1,81	0,00	0,04	0,17	1,00	0,00	0,96	0,96	0,92	0,00	0,00	0,119396	114,5362492	0	0	13,171189
18	32,65	13,73	0,53	0,96	0,00	0,04	0,05	1,00	0,00	0,51	0,51	0,26	0,00	0,00	0,084931	43,21299847	0	0	6,985824
19	33,13	11,84	0,53	3,78	90,00	0,04	0,12	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	2,00	4,01	0,106908	1,31201E-14	214,1789	66,37264	1,453E-15
20	33,91	12,01	0,48	1,02	0,00	0,04	0,05	1,00	0,00	0,49	0,49	0,24	0,00	0,00	0,084497	41,36959208	0	0	5,880096
21	36,61	12,01	0,48	2,38	0,00	0,04	0,05	1,00	0,00	1,14	1,14	1,31	0,00	0,00	0,084228	96,22173137	0	0	13,720224
22	39,57	12,01	0,48	1,54	0,00	0,04	0,05	1,00	0,00	0,74	0,74	0,55	0,00	0,00	0,083885	62,00747718	0	0	8,877792
23	40,34	11,52	0,48	0,98	90,00	0,04	0,15	0,00	1,00	0,47	0,00	0,00	0,47	0,22	0,115998	3,34255E-15	54,56559	18,97594	3,3195E-16
24	40,34	8,89	0,48	2,11	90,00	0,04	0,17	0,00	1,00	1,01	0,00	0,00	1,01	1,03	0,120943	7,50346E-15	122,4907	40,85635	5,5155E-16
25	40,34	5,96	0,48	1,93	90,00	0,04	0,15	0,00	1,00	0,93	0,00	0,00	0,93	0,86	0,11608	6,58743E-15	107,5368	37,37098	3,3822E-16
26	40,34	2,97	0,48	2,05	90,00	0,04	0,17	0,00	1,00	0,98	0,00	0,00	0,98	0,97	0,121349	7,31458E-15	119,4072	39,69456	1,7902E-16
27	40,34	0,57	0,48	0,74	90,00	0,04	0,19	0,00	1,00	0,36	0,00	0,00	0,36	0,13	0,126154	2,74495E-15	44,81004	14,32877	1,2402E-17
28	39,67	-0,04	0,48	1,82	0,00	0,04	0,05	1,00	0,00	0,87	0,87	0,76	0,00	0,00	0,083666	73,09081824	0	0	-0,034944
29	36,72	-0,04	0,48	2,07	0,00	0,04	0,05	1,00	0,00	0,99	0,99	0,99	0,00	0,00	0,084451	83,91044186	0	0	-0,039744
30	33,91	-0,04	0,48	1,56	0,00	0,04	0,10	1,00	0,00	0,75	0,75	0,56	0,00	0,00	0,100368	75,15586518	0	0	-0,029952
31	33,13	2,15	0,53	4,39	90,00	0,04	0,12	0,00	1,00	2,33	0,00	0,00	2,33	5,41	0,107265	1,52882E-14	249,5735	77,08357	3,0643E-16
32	32,50	3,34	0,48	1,26	0,00	0,04	0,09	1,00	0,00	0,60	0,60	0,37	0,00	0,00	0,097489	58,96118707	0	0	2,020032
33	29,52	3,34	0,48	2,67	0,00	0,04	0,09	1,00	0,00	1,28	1,28	1,64	0,00	0,00	0,09812	125,751194	0	0	4,280544
34	25,83	3,34	0,48	2,72	0,00	0,04	0,12	1,00	0,00	1,31	1,31	1,70	0,00	0,00	0,105856	138,2062049	0	0	4,360704
35	22,05	3,34	0,48	2,83	0,00	0,04	0,09	1,00	0,00	1,36	1,36	1,85	0,00	0,00	0,097509	132,456268	0	0	4,537056
36	18,23	3,34	0,48	2,81	0,00	0,04	0,12	1,00	0,00	1,35	1,35	1,82	0,00	0,00	0,105465	142,2515971	0	0	4,504992
37	14,47	3,34	0,48	2,72	0,00	0,04	0,09	1,00	0,00	1,31	1,31	1,70	0,00	0,00	0,097663	127,5088606	0	0	4,360704
38	10,71	3,34	0,48	2,71	0,00	0,04	0,09	1,00	0,00	1,30	1,30	1,69	0,00	0,00	0,098331	127,9089702	0	0	4,344672
39	7,79	3,34	0,48	1,15	0,00	0,04	0,10	1,00	0,00	0,55	0,55	0,30	0,00	0,00	0,101792	56,18929783	0	0	1,84368
40	7,21	1,65	0,61	3,38	90,00	0,04	0,11	0,00	1,00	2,06	0,00	0,00	2,06	4,25	0,10381	1,31113E-14	214,0354	14,86558	2,084E-16
41	6,41	0,00	0,56	1,60	0,00	0,04	0,05	1,00	0,00	0,90	0,90	0,80	0,00	0,00	0,082244	73,69078416	0	0	0
42	3,58	0,00	0,56	2,08	0,00	0,04	0,05	1,00	0,00	1,16	1,16	1,36	0,00	0,00	0,084424	98,33666836	0	0	0
43	0,77	0,00	0,56	1,54	0,00	0,04	0,05	1,00	0,00	0,86	0,86	0,74	0,00	0,00	0,082973	71,55584578	0	0	0
44	3,83	2,39	0,58	4,77	90,00	0,04	0,10	0,00	1,00	2,77	0,00	0,00	2,77	7,65	0,100161	1,69748E-14	277,106	10,59608	4,0504E-16
45	3,84	6,50	0,53	7,68	0,00	0,04	0,08	1,00	0,00	4,07	4,07	16,57	0,00	0,00	0,094137	383,1763775	0	0	26,4576
46	7,15	8,54	0,53	4,10	90,00	0,04	0,13	0,00	1,00	2,17	0,00	0,00	2,17	4,72	0,109872	1,46253E-14	238,7517	15,53695	1,1368E-15
47	10,33	9,98	0,53	6,97	90,00	0,04	0,08	0,00	1,00	3,69	0,00	0,00	3,69	13,65	0,094199	2,13163E-14	347,9795	38,16005	2,2584E-15
48	20,09	9,98	0,53	6,97	90,00	0,04	0,08	0,00	1,00	3,69	0,00	0,00	3,69	13,65	0,094199	2,13163E-14	347,9795	74,21447	2,2584E-15
49	29,96	9,98	0,53	6,97	90,00	0,04	0,11	0,00	1,00	3,69	0,00	0,00	3,69	13,65	0,103288	2,33731E-14	381,5549	110,6752	2,2584E-15
50	33,13	7,17	0,53	3,35	90,00	0,04	0,23	0,00	1,00	1,78	0,00	0,00	1,78	3,15	0,134185	1,45943E-14	238,2462	58,82232	7,7983E-16
51	29,56	6,50	0,53	1,84	0,00	0,04	0,09	1,00	0,00	0,98	0,98	0,95	0,00	0,00	0,09599	93,60969108	0	0	6,3388
52	25,06	6,50	0,53	4,81	0,00	0,04	0,15	1,00	0,00	2,55	2,55	6,50	0,00	0,00	0,114024	290,6808024	0	0	16,57045
53	20,07	6,50	0,53	2,62	0,00	0,04	0,17	1,00	0,00	1,39	1,39	1,93	0,00	0,00	0,119255	165,5976804	0	0	9,0259
54	15,24	6,50	0,53	4,68	0,00	0,04	0,15	1,00	0,00	2,48	2,48	6,15	0,00	0,00	0,114236	283,3501646	0	0	16,1226
55	10,74	6,50	0,53	1,87	0,00	0,04	0,20	1,00	0,00	0,99	0,99	0,98	0,00	0,00	0,128544	127,399714	0	0	6,44215

F=2302 KN

Nel grafico sono rappresentati i vari spettri che delineano le condizioni di danno/collasso/nuova costruzione.
La struttura si muove nel range tra il danno reale ed il collasso reale.

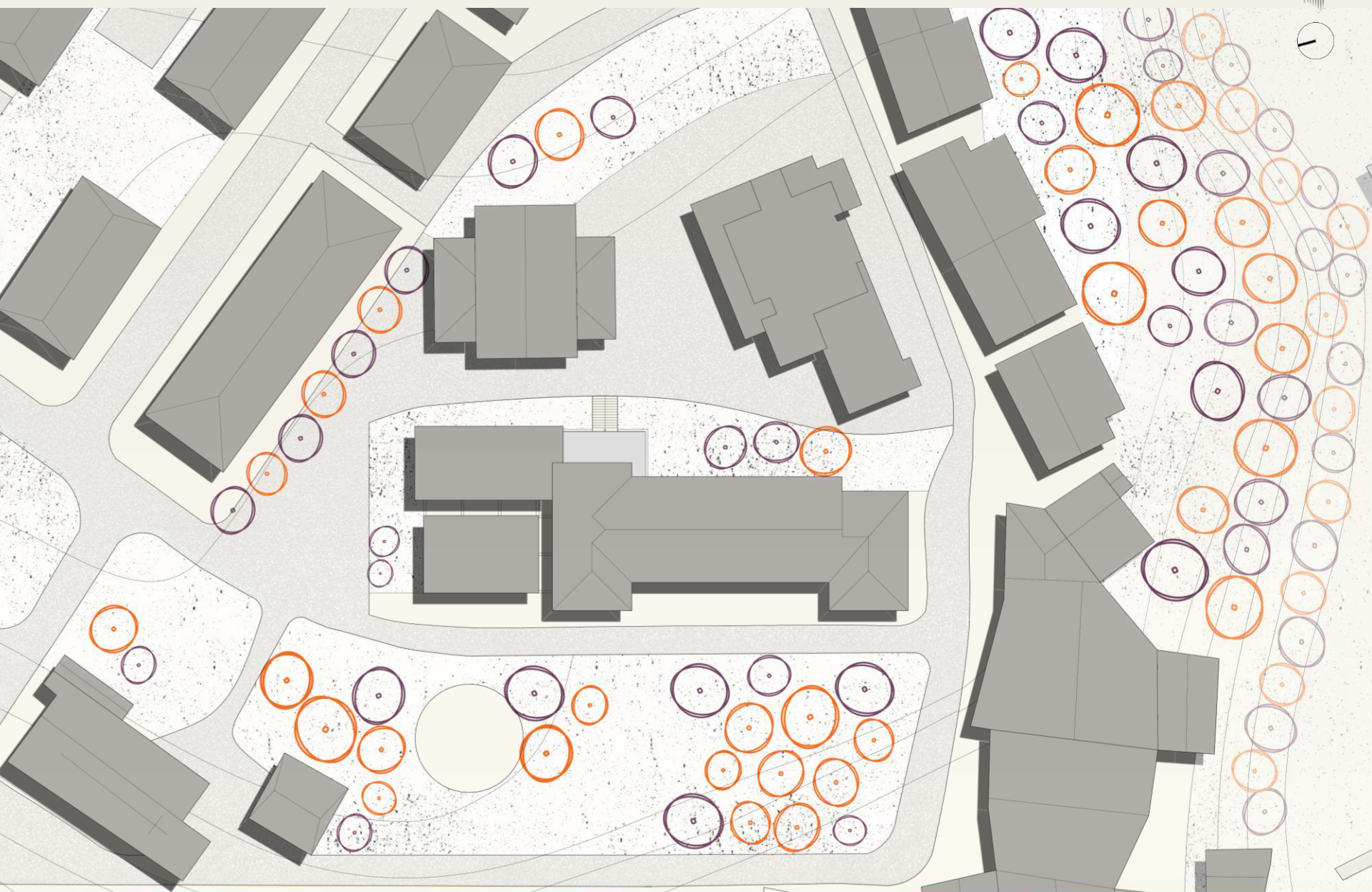
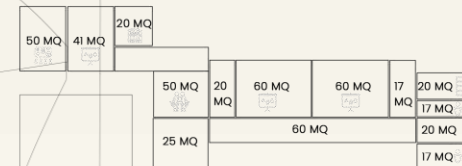
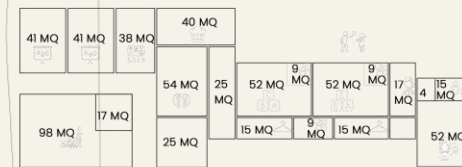
definizione interventi

X<2.100.000,00 euro

Contributi assegnati al Comune di Acquasanta Terme

Dai risultato della valutazione sismica, si decide di intervenire mediante interventi di **miglioramento sismico** e **di adeguamento funzionale**.

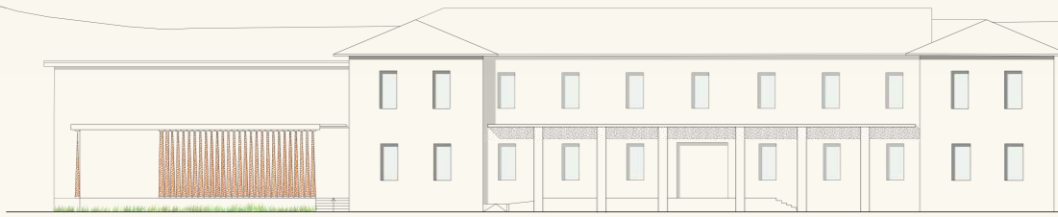
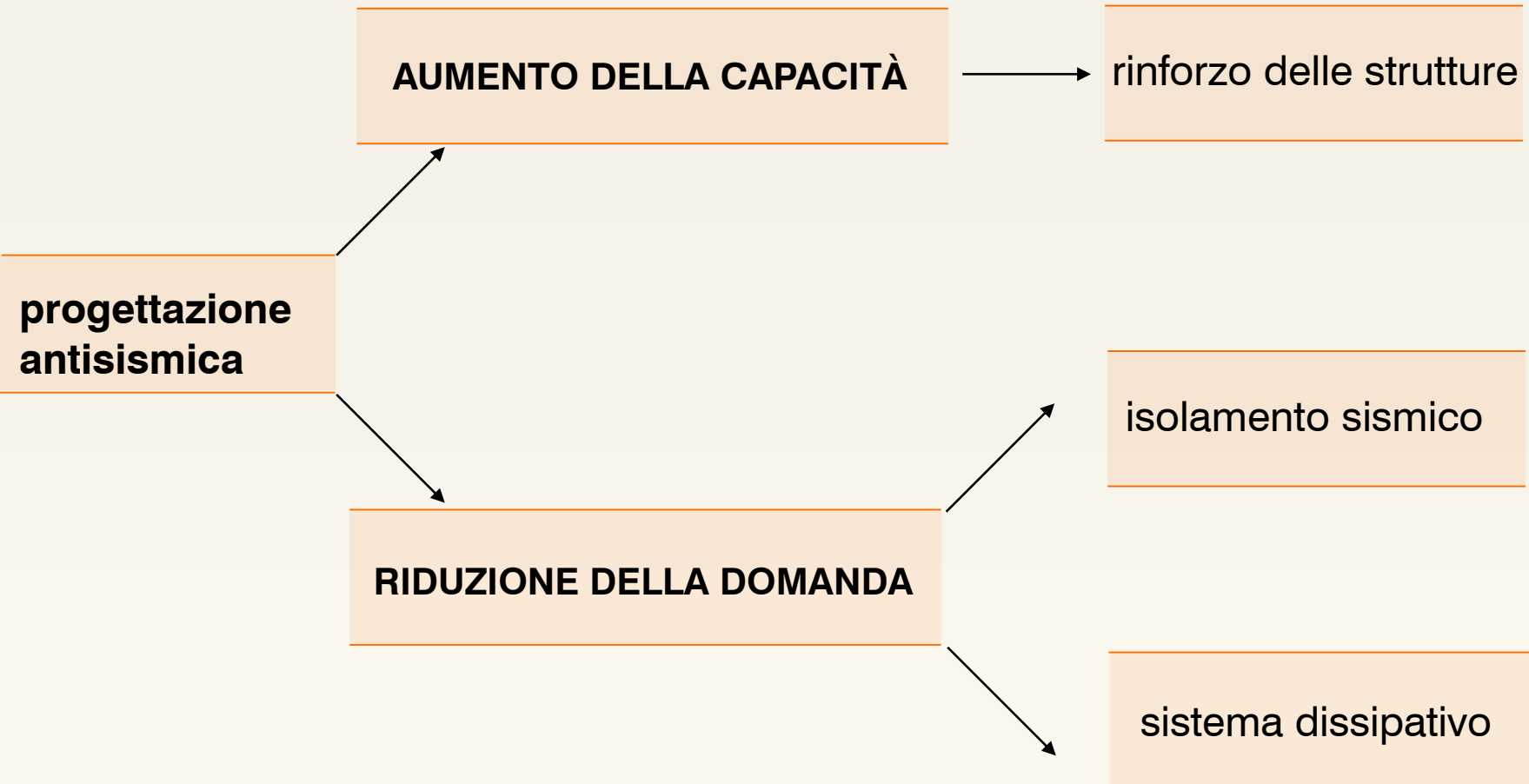
Dal sopralluogo effettuato dal team ReLuis il plesso scolastico è stato così classificato :
Stato di Danno 2 (danni significativi) **Media** Vulnerabilità

adeguamento funzionale | masterplan

adeguamento funzionale | piante

progettazione antisismica | DOMANDA ≤ CAPACITÀ

progettazione antisismica

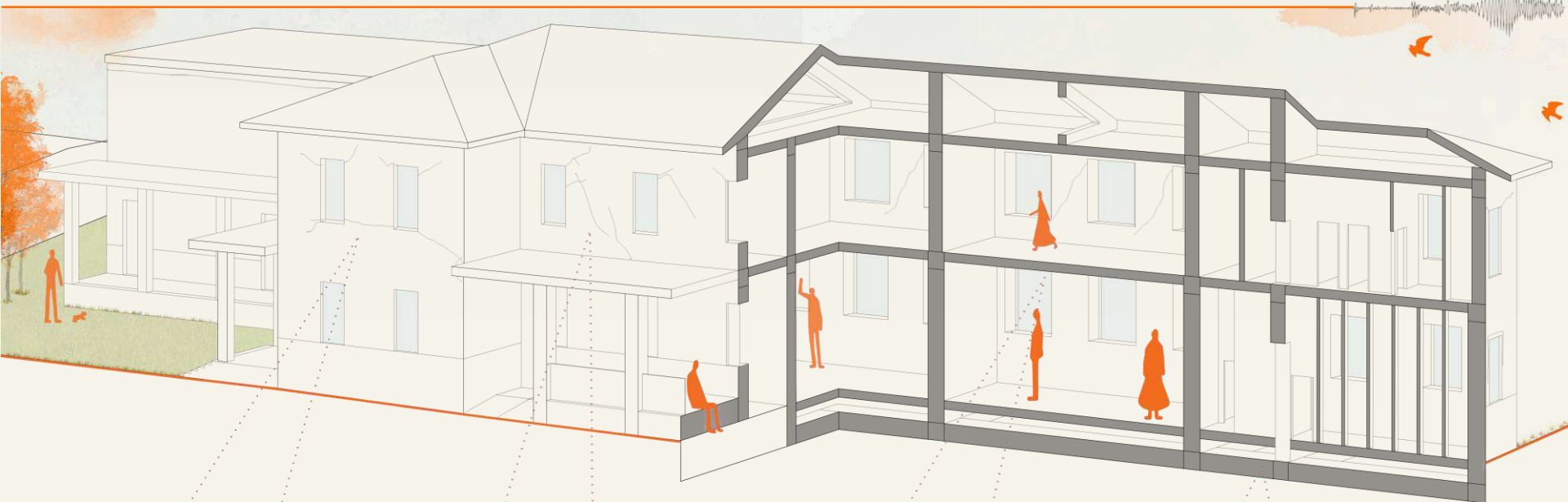
AUMENTO DELLA CAPACITÀ → rinforzo delle strutture

RIDUZIONE DELLA DOMANDA → isolamento sismico; sistema dissipativo

La progettazione antisismica delle strutture è basata sul soddisfacimento della disequazione:

CAPACITÀ ≥ DOMANDA

La DOMANDA corrisponde alle prestazioni strutturali (rigidezza, duttilità o resistenza)

La CAPACITA' è determinata dalle caratteristiche di resistenza e di deformabilità della struttura stessa.

interventi

LESIONE NON PASSANTE | SARCITURA
consiste nell'effettuare delle iniezioni nella lesione con successiva applicazione di rete bidirezionale in fibra di vetro.

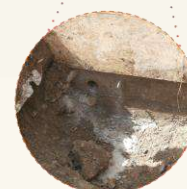
1. Rimozione intonaco e messa a nudo superficie muraria(fascia di circa 50cm). Scarnitura ed apertura della lesione e pulizia della superficie.
2. Perfori ogni 30 cm lungo la lesione, di diametro di 10 mm perpendicolarmente alla superficie e lunghi 15 cm. Pulizia dei fori con aria compressa.
3. Iniezione resina epossidica.
4. Lavaggio superficie muraria per eliminare polveri e detriti.
5. Applicazione strato uniforme di malta pronta all'uso a base di calce idraulica naturale fibrorinforzata.
6. Posizionamento rete di armatura bidirezionale in fibra di vetro
7. Secondo strato di di malta pronta all'uso a base di calce idraulica naturale fibrorinforzata.
8. Rasatura di finitura con malta fine.

LESIONE PASSANTE | SCUCI CUCI
ripristino della continuità muraria, realizzazione di una nuova tessitura muraria con nuovi elementi.

Si può applicare sia a murature di pietrame sia di mattoni pieni. L'apparechiatura muraria, previo puntellamento dei solai è disassemblata localmente in corrispondenza della lesione. Dopo avere completato lo scuci, soffiato e bagnato le superfici interessate,
si procede con il cuci di mattoni pieni, usando malte compatibili alle murature ed ad ammorsare bene la nuova muratura con quella esistente

SOLAI | INTERVENTI ANTISFONDELLAMENTO
applicazione di rete GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer) e connettori metallici

Applicazione di reti in G.F.R.P. (Glass Fiber Reinforced Polymer) di Fibre Net fissate sui travetti all'intradosso del solaio attraverso sistemi di connessione strutturale specificatamente dimensionati; si ottiene in questo modo un efficace contenimento delle porzioni di intonaco e delle pignatte che si distaccano.
Una volta realizzata la messa in sicurezza del solaio, il sistema può essere lasciato a vista, così da consentire un risparmio economico

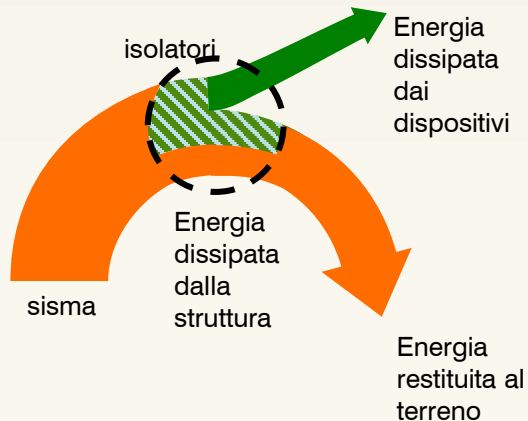
RINFORZO FONDAZIONI | ISOLATORI A SCORRIMENTO

Le fondazioni attuali del plesso scolastico sono in cemento scarsamente armato, quindi, con uno scavo di sottofondazione eseguito a mano, se ne realizzano di nuove.
Subito sotto vengono posizionati gli isolatori con la loro fondazione e un cordolo di collegamento.

le ragioni dell’isolamento sismico

✓ DIMINUZIONE delle sollecitazioni indotte dal sisma sulle parti strutturali del fabbricato

DIMINUZIONE degli spostamenti di interpiano, annullamento pressoché totale danni agli elementi non strutturali e piena funzionalità degli edifici.

DIMINUZIONE della percezione del sisma.

VANTAGGIO ECONOMICO
-mantenimento della funzionalità
-abbattimento dei costi di eventuale ripristino a seguito di sismi di elevata magnitudo

VERIFICA della separazione al contorno tra struttura fissa e isolata

CONSENTIRE l’accessibilità ai dispositivi di isolamento (Ispezione, manutenzione, ev. Sostituzione)

L’isolamento sismico alla base consiste nell’inserire elementi deformabili in cui concentrare il danno, che permettono di disaccoppiare il moto terreno e della struttura. L’edificio presenta delle fondazioni non armate, quindi ne vengono realizzate delle nuove sotto alle quali si posizionano gli isolatori.

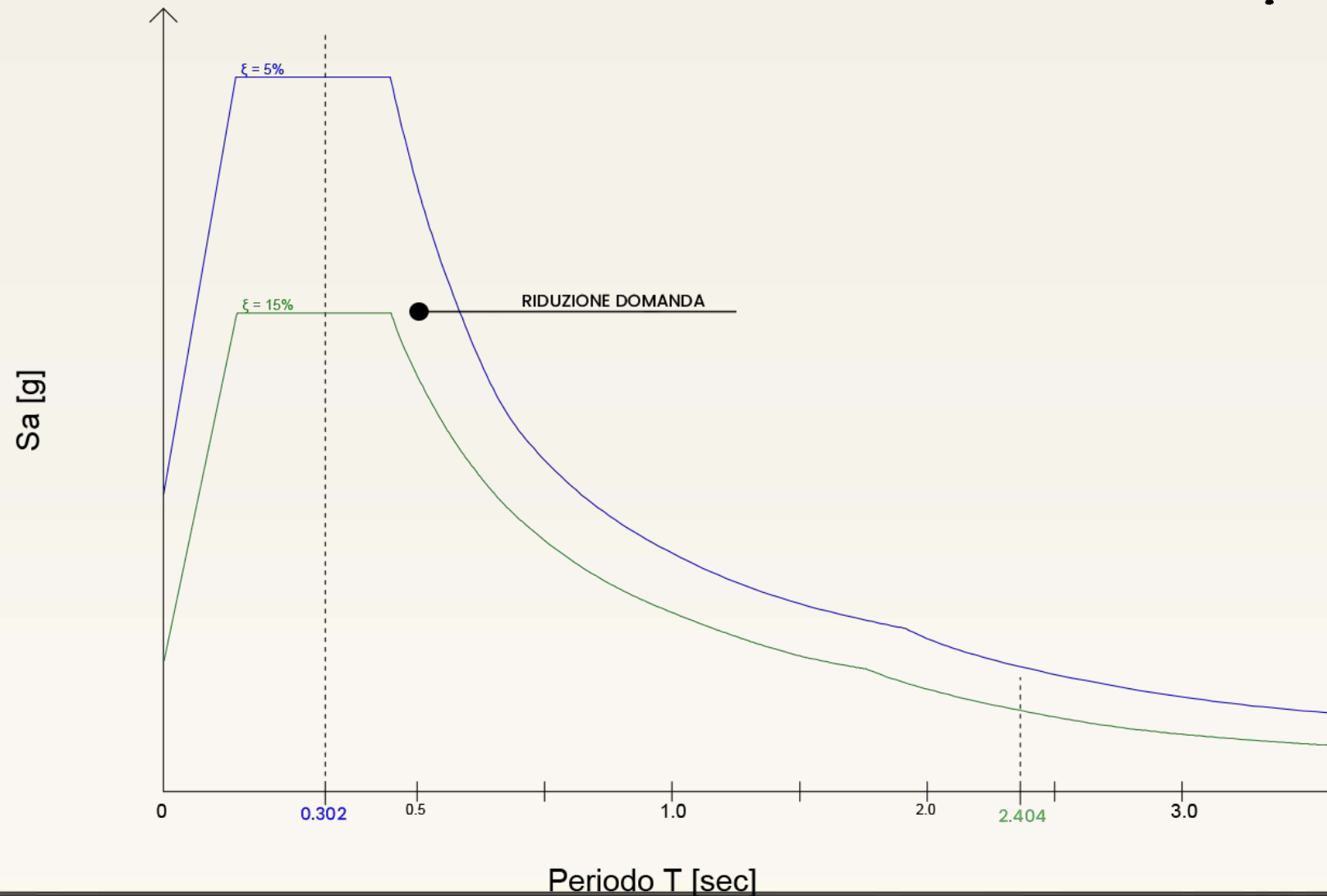
struttura isolata | cosa cambia?

ξ = 5%

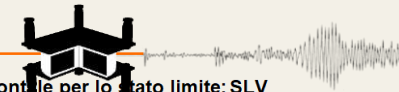
ξ = 15%

RIDUZIONE DOMANDA

Sa [g]

0 0.302 0.5 1.0 2.0 2.404 3.0

Periodo T [sec]

Le accelerazioni spettrali Se possono essere drasticamente ridotte se si riesce ad aumentare notevolmente il periodo T della struttura. Inserendo gli isolatori sismici si aumenta il periodo di smorzamento e di conseguenza il periodo della struttura.

progettazione struttura isolata | Se , T

$$a_{SLU} = \frac{qF_{SLU}}{e * M\,C(T)}$$

Se_{IS} $[m/s^2]$ = 0.866

$Se_{IS,MIN}$ [g] = 0.09

$$\textbf{Domanda}_{MAX} = \frac{Se_{IS\,MIN}\,[g]}{0.8} = \textbf{0.11}$$

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,252 g
F_o	2,461
T_C^*	0,348 s
S_S	1,152
C_C	1,358
S_T	1,000
q	1,414

Parametri dipendenti

S	1,152
η	0,707
T_B	0,158 s
T_C	0,473 s
T_D	2,608 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B$: $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$

$T_B \leq T < T_C$: $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$

$T_C \leq T < T_D$: $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$

$T_D \leq T$: $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,290
T_B ←	0,158	0,505
T_C ←	0,473	0,505
	0,575	0,416
	0,676	0,353
	0,778	0,307
	0,880	0,272
	0,981	0,243
	1,083	0,221
	1,185	0,202
	1,286	0,186
	1,388	0,172
	1,490	0,160
	1,591	0,150
	1,693	0,141
	1,794	0,133
	1,896	0,126
	1,998	0,120
	2,099	0,114
	2,201	0,109
	2,303	0,104
	2,404	0,099
	2,506	0,095
T_D ←	2,608	0,092
	2,674	0,087
	2,740	0,083
	2,807	0,079
	2,873	0,075
	2,939	0,072
	3,006	0,069
	3,072	0,066
	3,138	0,063
	3,204	0,061
	3,271	0,058
	3,337	0,056
	3,403	0,054
	3,470	0,052
	3,536	0,050
	3,602	0,050
	3,669	0,050
	3,735	0,050
	3,801	0,050
	3,867	0,050
	3,934	0,050
	4,000	0,050

Si calcola la pseudo-accelerazione Se_{IS} del nuovo sistema isolato alla base considerando la disequazione ***CAPACITÀ ≥ DOMANDA*** Con la capacità minima del sistema, possiamo calcolare la domanda massima da normativa in caso di adeguamento. Dallo spettro si ricava il periodo corrispondente alla pseudo-accelerazione.

progettazione struttura isolata | K

$$K_{esi} = \left(\frac{2\pi}{T_{is}}\right)^2 \cdot M$$

K_{ESI} =23.88 KN/mm

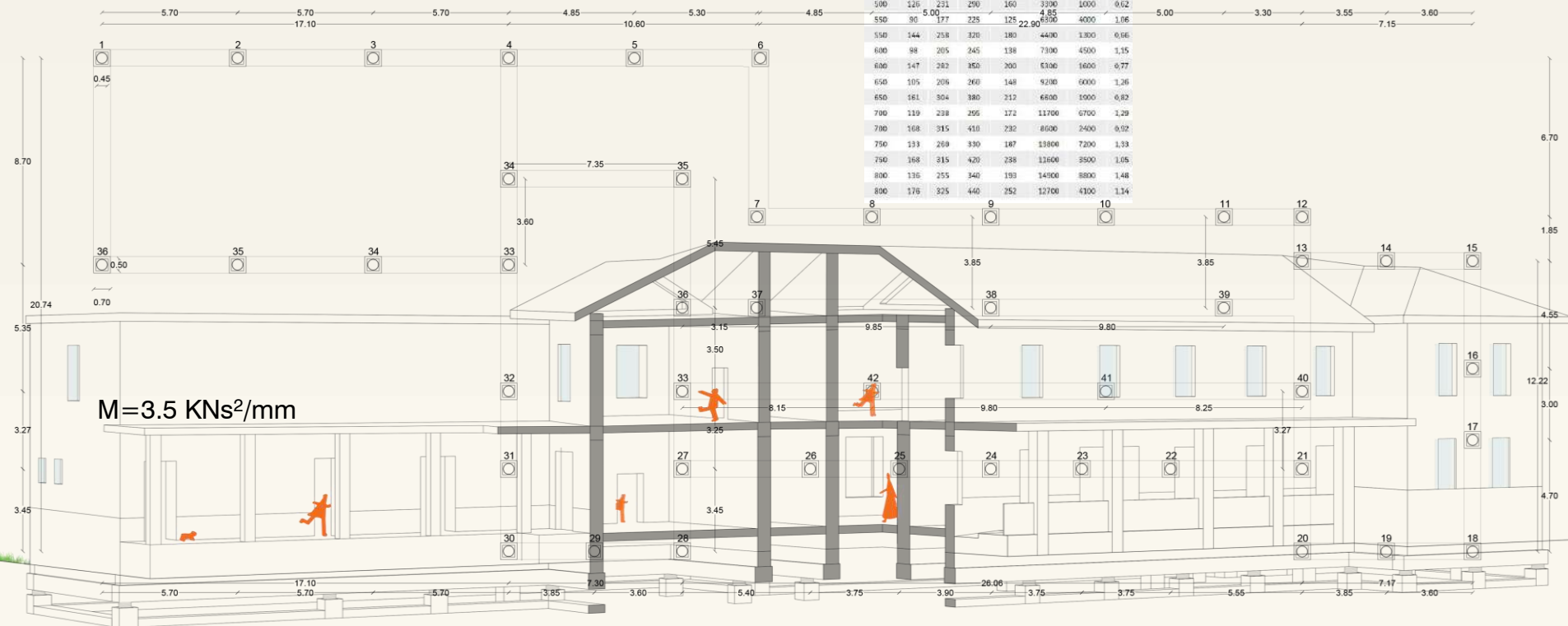
46 dispositivi

$K_{E,i}$ =0.519 KN/mm

$K_R > K_{E,i}$

Ø	T_e	HDRB - S					
		H	Δ_{max}	dbd	V_{max}	V_{sism}	K_i
mm	mm	mm	mm	mm	kN	kN	kN/mm
300	45	114	110	65	1300	800	0,63
300	70	154	170	97	900	300	0,40
350	55	130	135	82	2200	1300	0,70
350	75	162	185	107	1600	600	0,51
400	60	138	150	83	2900	2000	0,84
400	90	186	225	125	2200	700	0,56
450	72	150	180	103	3700	2200	0,88
450	108	204	260	148	2000	800	0,59
500	84	168	210	123	5100	2900	0,93
500	126	231	290	160	3300	1000	0,62
550	90	177	225	125	6300	4000	1,06
550	144	258	320	180	4400	1300	0,66
600	98	205	245	138	7300	4500	1,15
600	147	282	350	200	5300	1600	0,77
650	105	206	260	148	9200	6000	1,26
650	161	304	380	212	6600	1900	0,82
700	119	238	295	172	11700	6700	1,29
700	168	315	410	232	8600	2400	0,92
750	133	260	330	187	13800	7200	1,33
750	168	315	420	238	11600	3500	1,05
800	136	255	340	193	14900	8800	1,48
800	176	325	440	252	12700	4100	1,14

K_R= 0,59 KN/mm

M=3.5 KNs²/mm

Fissato il periodo di vibrazione della struttura isolata, si determina la rigidezza equivalente del sistema isolato K_{ESI}, nell'ipotesi che la sovrastruttura sia un solaio rigido che trasla al disopra di un sistema di isolamento. M = $M_{TOT}+M_{ISO}$ Si ipotizzano 46 dispositivi di isolamento che vengono distribuiti a seconda della massa dei corpi.

verifica spostamento SLC

$$\sum_i K_{e,i} = K_{esi}$$

$K_{ESI,min}$ =27.14 KN/mm

$T_{IS,reale} = 2\pi\sqrt{(M/K)} = 2.25$ s (7.9.4 NTC 2018)

$S_e = 0.136$ g

$$d_{de} = \frac{S_e(T_{is};\xi_{esi})}{\omega^2}$$ =0.165 m (7.10.2. NTC 2018)

$d_{de} = 0.165$ m *1.20 = 0.20 m

$\Delta_{MAX} > \Delta_{DE}$ = 0.26 m > 0.20 m → VERIFICATO

$\gamma = \frac{\Delta_{DE}}{Tr} = \frac{200}{108} = 1.85$ γ< 2.5 → VERIFICATO

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_g	0,321 g
F_o	2,487
T_C^*	0,363 s
S_S	1,081
C_C	1,347
S_T	1,000
q	1,414

Parametri dipendenti

S	1,081
η	0,707
T_B	0,163 s
T_C	0,489 s
T_D	2,884 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B$ $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$

$T_B \leq T < T_C$ $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$

$T_C \leq T < T_D$ $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$

$T_D \leq T$ $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,347
T_B ←	0,163	0,610
T_C ←	0,489	0,610
	0,603	0,495
	0,717	0,416
	0,831	0,359
	0,945	0,316
	1,059	0,282
	1,174	0,254
	1,288	0,232
	1,402	0,213
	1,516	0,197
	1,630	0,183
	1,744	0,171
	1,858	0,161
	1,972	0,151
	2,086	0,143
	2,200	0,136
	2,314	0,129
	2,428	0,123
	2,542	0,117
	2,656	0,112
	2,770	0,108
T_D ←	2,884	0,103
	2,937	0,100
	2,990	0,096
	3,043	0,093
	3,097	0,090
	3,150	0,087
	3,203	0,084
	3,256	0,081
	3,309	0,079
	3,362	0,076
	3,415	0,074
	3,469	0,072
	3,522	0,069
	3,575	0,067
	3,628	0,065
	3,681	0,064
	3,734	0,064
	3,787	0,064
	3,841	0,064
	3,894	0,064
	3,947	0,064
	4,000	0,064

È necessario verificare la realizzabilità dell'ipotesi progettuale di un sistema composto da isolatori elastometrici, mediante il calcolo dello spostamento allo SLC

costo inteventi strutturali

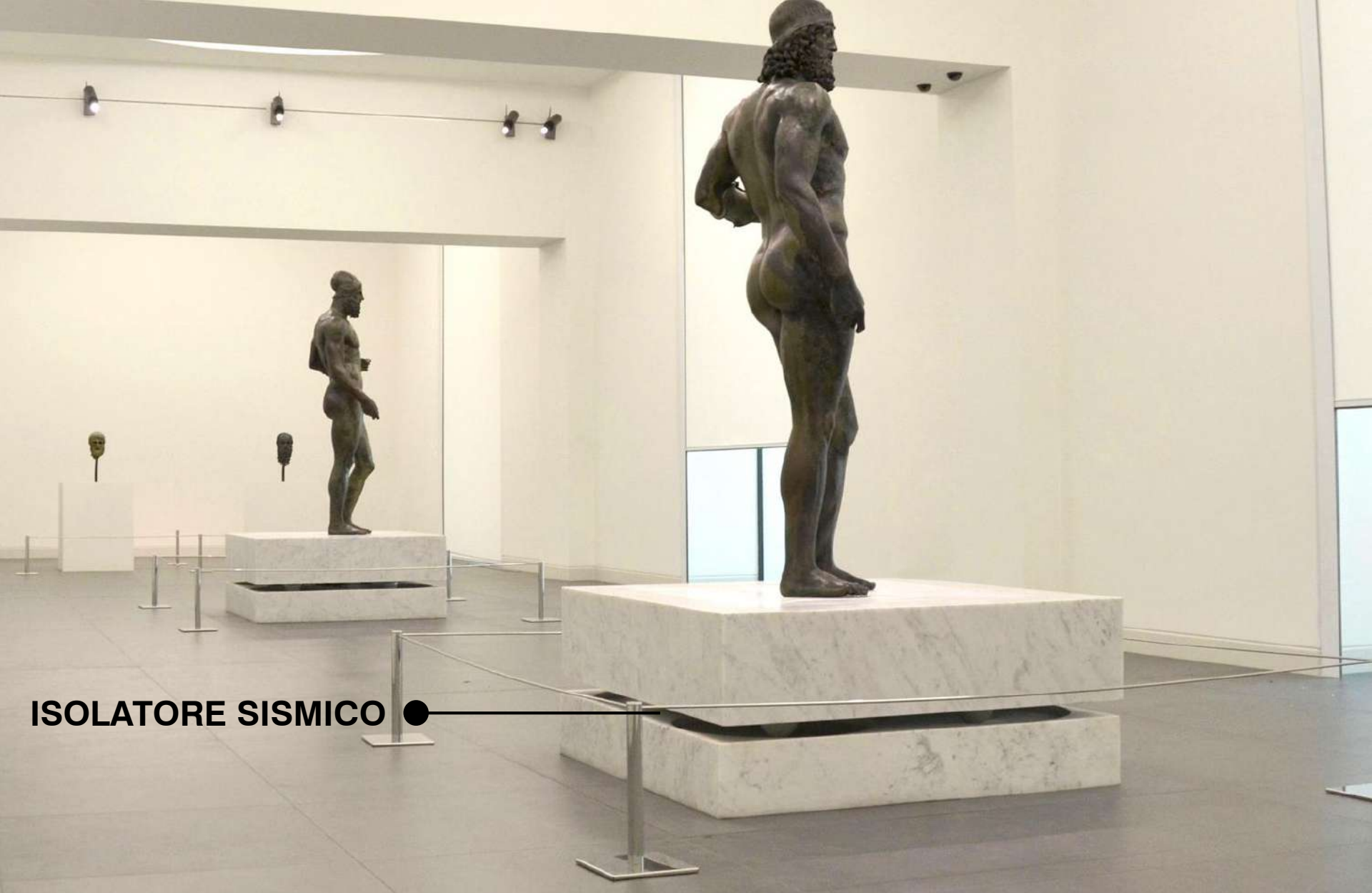
1300 €/m² * 128 m² = 166.400,00 €

COSTI PARAMETRICI RIPRISTINO ESISTENTE:

400 €/m² * 1290 m² = 516.000,00 €

LAVORI STRUTTURALI + LESIONI	quantità		prezzo €	totale €
-Allestimento cantiere	0,01		595.000,00	5.950,00
-Costi della sicurezza	0,05		595.000,00	29.750,00
-Redazione PiMUS	1,00		2.000,00	2.000,00
-Redazione P.O.S. | Piano Operativo per la Sicurezza	0,01		595.000,00	5.950,00
-Allestimento di ponteggi in tubi e giunti prefabbricati				
per altezze fino a 20,00 m dal piano di campagna	2073,60	m²	24,78	51.383,81
noleggio di teli o reti in nylon pesante	2073,60	m²	4,91	10.181,38
per schermatura di ponteggi				
-Scavo per lavori di sottofondazione	275,23	m³	262,00	72.111,57
eseguito completamente a mano				
-Trasporto a discarica o a sito autorizzato	276,00	m³	2,31	637,56
-Casseforme				
per muri di sostegno e fondazioni	507,43	m²	25,99	13.188,11
-Rck 30 Mpa	163,639	m³	139,33	22.799,82
-Barre di acciaio	16.364,00	Kg	1,78	29.127,92
-Isolatori elastometrici	46		7.342,15	337.738,60
-Puntellatura di solai				
per un'altezza dai 3m ai 5m dal piano di calpestio	100,00	m²	42,95	4.295,00
-Sarcitura di lesioni:				
su muratura in pietrame e mattoni	104,40	m	30,00	3.132,00
-Muratura eseguita a scuci-cuci :				
in pietra squadrata a corsi quasi regolari	9,68	m³	1.014,75	9.820,75
				598.066,82 €

1.280.500,00 €

Il computo è stato realizzato mediante il SW Regolo ed il Prezziario della Regione Marche 2018. Per avere una indicazione del costo complessivo dell'intervento sono stati inseriti i costi parametrici per la nuova costruzione e per le finiture e gli impianti dell'edificio esistente.

«L‘architettura è l‘adattarsi delle forme a forze contrarie»

Le pietre di Venezia | J.RUSKIN